

مطالعه مولکولی بیان ژن بیوفیلم *icaD* تحت اثر عصاره‌های گیاهی

خارمریم و جینسینگ در *Staphylococcus aureus*

Molecular study of *icaD* biofilm gene expression by plant extracts of Mary thistle and ginseng in *Staphylococcus aureus*

مریم زاده گل محمدی^۱، هادی حبیب‌اللهی^۱، محمدرضا صفری مطلق^{۲*}

۱- به‌ترتیب دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، استادیار، گروه زیست‌شناسی واحد رشت، دانشگاه آزاد

اسلامی، رشت، ایران

۲- دانشیار، گروه گیاه‌پزشکی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران

Zadgol Mohammadi M¹, Habibollahi H¹, Safari Motlagh MR^{*2}

1- MSc Graduates, Assistant Professor, Department of Biology, Faculty of Basic Sciences, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran

2- Associate Professor, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran

* نویسنده مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: ssafarimotlagh@yahoo.com

(تاریخ دریافت: ۹۹/۱۰/۱۸ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۰/۲۸)

چکیده

تولید بیوفیلم توسط *Staphylococcus aureus* از عوامل مشکل‌ساز این باکتری‌هاست. یکی از لوکوس‌های ژنی بیوفیلم *icaD* است که نقش مهمی در تولید بیوفیلم دارد. بسیاری از گیاهان دارای خواص دارویی و ضد میکروبی هستند. در این پژوهش خواص ضد میکروبی و اثرات مولکولی عصاره‌های گیاهی خارمریم و جینسینگ بر بیان ژن بیوفیلم *icaD* در *S. aureus* مورد مطالعه قرار گرفت. عصاره‌های گیاهی خارمریم و جینسینگ تهیه شد و پس از بررسی هاله عدم رشد باکتری تحت تأثیر این عصاره‌ها، اثر مهارکنندگی رشد با استفاده از آزمون حداقل غلظت مهارکنندگی رشد بررسی شد. به دنبال استخراج RNA و سنتز cDNA از سویه‌های تیمار شده با عصاره‌های خارمریم، جینسینگ و سویه‌های بدون تیمار، میزان بیان ژن بیوفیلم *icaD* دو سویه استاندارد و پاتوژن *S. aureus* با روش Real time PCR بررسی و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. قطر هاله عدم رشد سویه استاندارد تحت تأثیر غلظت ۱۰۰ mg/ml عصاره خارمریم و جینسینگ به ترتیب ۱۰ و ۸ میلی‌متر و در مورد سویه پاتوژن نیز به ترتیب ۱۰ و ۱۲ میلی‌متر تعیین شد. استفاده ترکیبی به نسبت مساوی از عصاره خارمریم و جینسینگ نیز هاله عدم رشدی به قطر ۱۵ میلی‌متر در هر دو سویه مورد مطالعه ایجاد نمود. در غلظت‌های مختلف عصاره گیاهی (۱۰۰ تا ۳۹/۶ µg/ml) به کار رفته در MIC، تمام سویه‌ها رشد یافتند. طبق نتایج حاصل از Real time PCR، بیان ژن بیوفیلم *icaD* در سویه استاندارد تحت تأثیر عصاره خارمریم افزایش ۱۷ برابری و تحت تأثیر عصاره جینسینگ افزایش ۲۴ برابری نشان داد. در سویه پاتوژن، بیان ژن *icaD* تحت تأثیر عصاره خارمریم به ۰/۳٪ کاهش یافت و بیان این ژن تقریباً مهار شد. عصاره جینسینگ نیز بیان این ژن در سویه پاتوژن را به نصف کاهش داد و به حدود ۴۹٪ رساند. استفاده هم‌زمان عصاره خارمریم و جینسینگ نیز بیان ژن *icaD* در سویه پاتوژن را به حدود ۶٪ نمونه کنترل رساند و باعث کاهش ۹۴ درصدی بیان این ژن شد.

واژه‌های کلیدی

بیوفیلم
جینسینگ
خارمریم
icaD
Staphylococcus aureus

عفونت‌های بیمارستانی یک معضل جهانی بوده و عوامل متعددی در بروز آن دخیل هستند. میکروارگانیسم‌هایی که عامل عفونت هستند سالانه در حال تغییر می‌باشند. از دهه ۸۰، باکتری‌های گرم مثبت به‌خصوص *Staphylococcus aureus* به‌عنوان عامل اصلی عفونت‌های بیمارستانی شناخته شده‌اند (Rahimi Alang et al. 2011). این باکتری از خانواده استافیلوکوکاسه و یک عامل عفونت فرصت‌طلب در انسان به‌شمار می‌آید (Tabaei et al. 2016). جایگاه سویه‌های *S. aureus* ناحیه قدامی مجاری بینی است و در حدود ۲۰ درصد جمعیت ناقل آن هستند (Vaziri et al. 2016). همچنین در زیر بغل، کشاله ران و دستگاه گوارش ممکن است باکتری کلونیزه شود (Tabaei et al. 2016).

از ویژگی‌های عفونت این سویه ایجاد بیوفیلیم است (Beenken et al. 2004). از جمله ویژگی‌های بارز بیوفیلیم کمک به بقای باکتری در شرایط سخت محیطی، ایجاد بیماری‌های مزمن، تأثیر در ایجاد و تقویت مقاومت دارویی به‌واسطه نفوذناپذیری آنتی‌بیوتیک در ماتریکس پلیمری، تسهیل در انتقال ژن از طریق کونژوگاسیون، ایجاد سویه‌های ژنوتیپی جدید در اثر موتاسیون در داخل بیوفیلیم و فعال شدن ژن‌های مسوول ویروانس باکتری است. این لایه به‌وسیله گروه‌های خاصی از اوپرون‌های ساختاری به اسم اوپرون‌های داخل سلولی^۱ کد می‌شود و حاوی لوکوس‌های ژنی گوناگون از جمله *icaD*، *icaR* و *icaB* می‌باشد. *icaD* نوعی انتقال‌دهنده پیام (چاپرون) به سایر ژن‌های این لوکوس است که به‌کمک *icaR* باعث فعال شدن آنزیم‌های ویژه‌ای برای ایجاد ارتباط و بیان *icaD*، *icaR* و *icaB* می‌شود (Heydari et al. 2018). تشکیل این لایه‌ها طی چهار مرحله شروع، تشکیل کلونی، تکثیر و پراکندگی انجام می‌گیرد (Atshan et al. 2012).

این باکتری‌ها نه تنها باعث عفونت‌های موضعی می‌شوند بلکه در عفونت‌های ناشی از زخم و جراحی نیز وجود دارند. گزارش شده که بیش از ۶۰ درصد سویه‌های *S. aureus* توانایی تشکیل بیوفیلیم را دارند (Mahdavi et al. 2008). بروز عفونت‌های استافیلوکوکوسی در سال‌های اخیر به‌علت انتشار سویه‌های مقاوم،

افزایش بیماران با ضعف ایمنی و استفاده بیش از اندازه از وسایل پزشکی مثل کاتتر در حال افزایش است. در بین گونه‌های استافیلوکوکوسی، *S. aureus* دارای بیشترین میزان توانایی بیماری‌زایی است. یکی از مکانیسم‌های اصلی توسعه عفونت‌های بیمارستانی، توانایی تشکیل بیوفیلیم بر روی وسایل پزشکی از جمله کاتترها و دریچه مصنوعی قلب است (Shahkarami and Rashki 2016). بیوفیلیم در سیستم‌های آب صنعتی، تجهیزات پزشکی، صنایع غذایی (Mahdavi et al. 2008)، سیستم‌های تهویه هوا و مخازن نفتی (Yarwood et al. 2004) تشکیل می‌شود. در صنایع غذایی اتصال باکتری‌های پاتوژن و فاسدکننده مواد غذایی با سطوح در تماس با مواد غذایی در فرآورده‌های تولید و بسته‌بندی آن‌ها و نهایتاً تشکیل بیوفیلیم‌های میکروبی، می‌تواند منبع بالقوه آلودگی محصولات و فرآورده‌های غذایی و انتقال بیماری‌ها باشد. همچنین تشکیل بیوفیلیم روی وسایل، تجهیزات و دستگاه‌های پزشکی باعث آلودگی و در نتیجه انتقال عفونت‌های بیمارستانی می‌شود (Mahdavi et al. 2008).

علم پزشکی در سال‌های اخیر در مورد شناخت و جلوگیری از بیماری‌ها توانایی بسیار بالایی داشته است. در عین حال مصرف بیش از اندازه داروهای شیمیایی منجر به افزایش سویه‌های میکروبی مقاوم به آنتی‌بیوتیک شده و از این‌رو محققان به مطالعه گیاهان دارویی روی آورده‌اند (Hasanloo et al. 2015).

گیاه خارمریم با نام علمی *Silybum marianum* از خانواده Asteraceae (کاسنیان) است. ترکیبات موثر خارمریم (کمپلکس سیلی‌مارین) به‌طور عمده در دانه یافت می‌شود. این ترکیبات شامل سیلی‌بین (سیلی‌بین A و B، ایزوسیلی‌بین A و B) سیلی‌کریستین، سیلی‌دیانین و تاکسی‌فولین هستند که مجموعاً سیلی‌مارین نامیده می‌شوند (Nikzad et al. 2015). علاوه بر این، سیلی‌مارین حاوی مقادیر قابل‌توجهی از سایر فلاونوئیدها شامل سیلی‌کریستین، سیلی‌دیانین، ایزوسیلی‌بین، دی-هیدروسیلی‌بین است که به‌عنوان آنتی‌اکسیدان و محافظ کبدی شناخته شده است. این فلاونوئیدها علاوه بر خاصیت آنتی‌اکسیدانی بسیار قوی، موجب تثبیت غشاء سلولی و افزایش گلوکاتایون سلولی می‌شوند که احتمالاً بر متابولیسم چربی

¹ Intracellular Adhesin (ICA)

مؤثره سیلی مارین است. هر کپسول جین سین نیز محتوی ۲۵۰ میلی گرم عصاره Ginseng rhizome معادل ۷ میلی گرم ماده مؤثره Ginsenosides بود. با استفاده از آب مقطر و محاسبه تناسب دوزی از هر یک از مواد مذکور، محلول های آبی ذخیره ۱۰۰ میلی گرم در میلی لیتر و ۱۰ میلی گرم در میلی لیتر تهیه شد.

سویه های استاندارد بین المللی استافیلوکوکوس اورئوس (ATCC 25923) خریداری شده از مرکز ملی ذخایر ژنتیک و سویه پاتوژن جمع آوری شده از زخم های پوستی در بیمارستان های شهر رشت مورد استفاده قرار گرفت. سپس به صورت چمنی روی محیط کشت مولر هیتون آگار در داخل پلیت کشت داده شد. پلیت های حاوی باکتری به مدت ۲۴ ساعت گرمخانه گذاری و سپس در محیط آبگوشت مولر هیتون کشت داده شد. ۲۴ ساعت پس از کشت، کدورتی معادل محیط نیم مک فارلند آماده شد.

برای این منظور از دیسک های خام (بلانک) استفاده شد. هر دیسک خام در ۵۰ میکرولیتر از عصاره گیاهی با غلظت ۱۰۰ میلی گرم در میلی لیتر خارمریم و جینسینگ به طور جداگانه آغشته شد و در محیط کشت مولر هیتون آگار حاوی باکتری، دیسک گذاری انجام شد. علاوه بر این از ترکیب ۱۰۰ میلی گرم عصاره های خارمریم و جینسینگ با نسبت مساوی ۱:۱ نیز برای آغشته سازی و دیسک گذاری استفاده شد. سپس پلیت ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتی گراد گرمخانه گذاری شدند و قطر هاله عدم رشد اندازه گیری شد.

برای تعیین حداقل غلظت مهارکنندگی، با استفاده از روش رقیق سازی سریالی، در هشت لوله آزمایش جداگانه، غلظت مختلف $5000 \mu\text{g/ml}$ ، $2500 \mu\text{g/ml}$ ، $1250 \mu\text{g/ml}$ ، $625 \mu\text{g/ml}$ ، $312.5 \mu\text{g/ml}$ ، $156.25 \mu\text{g/ml}$ و $78.1 \mu\text{g/ml}$ و $39.6 \mu\text{g/ml}$ از عصاره های گیاهی همراه با محیط کشت آبگوشت مولر هیتون سترون تهیه شد. لوله های شماره ۹ و ۱۰ نیز به ترتیب به عنوان کنترل منفی (حاوی محیط کشت و عصاره گیاهی بدون باکتری) و کنترل مثبت (حاوی محیط کشت و باکتری بدون عصاره گیاهی) در نظر گرفته شدند. به غیر از لوله کنترل منفی به بقیه لوله ها ۲۰۰ میکرولیتر از محیط کشت حاوی باکتری با کدورت معادل نیم مک فارلند اضافه شد. لوله ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتی گراد گرمخانه گذاری شدند.

تأثیرگذار است (Bohm et al. 1998). درمان بیماری های طحال، کبد، سنگ مثانه، پیشگیری و درمان تب و لرز، طاعون، سوزش ادرار، درمان یرقان، مشکلات قاعدگی، پوست و زیبایی و خواص آنتی اکسیدانی، ضد التهابی و ضد آرتروز از جمله موارد درمانی این گیاه می باشند (Faezizadeh et al. 2014). اثرات ضد باکتریایی عصاره گیاه خارمریم علیه چندین باکتری گرم مثبت از جمله *S. aureus* به اثبات رسیده است (Puri et al. 2015).

گیاه جینسینگ گیاهی دارویی، معطر و پایا متعلق به خانواده Araliaceae (عشقه) و گونه *Panax ginseng* است و در طب سنتی کشورهای آسیایی رایج است. خاصیت دارویی گیاه مربوط به ریشه آن است. ریشه این گیاه حاوی ساپونین های تری ترپنی، روغن های ضروری، پلی استیلن، پلی ساکارید، پپتیدوگلیکان، ترکیبات نیتروژنی، اسیدهای چرب، کربوهیدرات ها و ترکیبات فنلی است (Hosseini et al. 2014). جینسینگ یک داروی تقویتی برای تحریک اشتها، از بین بردن افسردگی، تقویت سیستم ایمنی، تخفیف درد و سردرد و بهبود عملکرد ذهنی و نیروی بدنی است. نتایج مطالعه ای نشان داد که عصاره ریشه جینسینگ اثر شبه ضدافسردگی در موش زنده دارد. اثر ضد افسردگی ریشه جینسینگ ممکن است مشابه اثر فلوکستین از طریق مهار بازجذب سروتونین باشد (Khakpour et al. 2009). در مطالعه ای مشخص گردید که عصاره جینسینگ از طریق کاهش بیان ژن های مؤثر در بیماری زایی *S. aureus* باعث کاهش فعالیت این باکتری در جانورانی مانند گاو می شود (Beccaria et al. 2018).

هدف از این تحقیق مطالعه ی مولکولی بیان ژن *icaD* تحت اثر عصاره خارمریم و جینسینگ در باکتری *S. aureus* بود.

مواد و روش ها

کپسول ۱۴۰ میلی گرمی عصاره خشک گیاه خارمریم با نام تجاری لیورگل^۱ و کپسول ۲۵۰ میلی گرمی عصاره خشک گیاه جینسینگ با نام تجاری جین سین^۲ از شرکت داروسازی گل دارو تهیه گردید. هر کپسول لیورگل محتوی ۱۹۰ تا ۱۹۵ میلی گرم عصاره خشک *Silybum marianum* بود که معادل با ۱۴۰ میلی گرم ماده

¹ Livergol capsule

² Ginsin

سویه‌های استاندارد و پاتوژن مورد نظر با استفاده از تریزول شرکت ROJE Technologies، طبق دستورالعمل کیت و با رعایت شرایط استریل و در دمای پایین صورت گرفت و برای بررسی کیفیت استخراج بر روی ژل آگارز یک درصد بارگذاری شد.

با استفاده از RNAهای استخراج شده و با استفاده از کیت سنتز cDNA شرکت پارس توس بیوتکنولوژی و طبق پروتکل این کیت، سنتز cDNA انجام شد. برای این منظور از آغازگرهای تصادفی هگزامر استفاده شد و محصول این سنتز به منظور بررسی میزان بیان ژن *icaD* تحت تأثیر عصاره‌های خارمریم و جینسینگ در هر دو سویه مورد نظر برای Real time PCR به کار گرفته شد. در این روش از ژن *16s rRNA* به عنوان ژن مرجع استفاده شد.

در این روش ۱۰ میکرولیتر SYBR Green Premix به هر میکروتیوب اضافه شد. سپس ۱ میکرولیتر از آغازگر مستقیم و معکوس، ۲ میکرولیتر از محلول cDNA و نیز ۴ میکرولیتر از ROX Reference Dye به میکروتیوب‌ها افزوده شد. برای رسیدن به حجم نهایی ۲۰ میکرولیتر، ۶ میکرولیتر آب مقطر فاقد نوکلئاز اضافه و مخلوط شد و ۱۸ میکرولیتر از این مخلوط به میکروتیوب‌ها اضافه شد. آنالیز نسبی در سطح mRNA با سه تکرار و برای تجزیه و تحلیل نتایج ریل تایم PCR از روش Pfaffian با $e^{-\Delta\Delta CT}$ و از طریق مقایسه با ژن مرجع *16SrRNA* انجام شد. جدول ۲، توالی آغازگرهای مربوط به ژن‌های *icaD* و *16SrRNA* را نشان می‌دهد (Atshan et al. 2013).

نتایج

اثر ضد میکروبی عصاره‌های گیاهی خارمریم و جینسینگ برای انجام این آزمایش، روش دیسک‌گذاری و آغشته‌سازی دیسک‌ها با محلول ۱۰۰ میلی گرم بر میلی لیتر عصاره‌های گیاهان خارمریم و جینسینگ و نیز ترکیبی از هر دو عصاره برای هر دو سویه استاندارد و پاتوژن باکتری *S. aureus* با دو تکرار صورت گرفت. قطر هاله عدم رشد در جدول ۳ نشان داده شده است.

آزمون MIC تحت تیمار عصاره‌های خارمریم و جینسینگ به غیر از نمونه کنترل منفی در تمام غلظت‌های به کار گرفته از عصاره‌های گیاهی مورد نظر، سویه‌های استاندارد و پاتوژن

بعد از ۲۴ ساعت از آزمون MIC، آزمون MBC انجام شد. در این آزمایش از نمونه‌های لوله‌های شماره ۱ تا ۸ استفاده شد. این نمونه‌ها در هشت محیط مولر هیتون آگار جداگانه به صورت چمنی و یک دست کشت داده شدند و بعد از آن به مدت ۲۴ ساعت از لحاظ رشد باکتری مورد بررسی قرار گرفتند.

برای استخراج DNA از دو سویه مورد مطالعه رشد یافته در محیط مولر هیتون مایع استفاده شد. مراحل کار با استفاده از کیت استخراج DNA باکتری‌های گرم مثبت شرکت پیشگامان و طبق دستورالعمل این کیت انجام گرفت.

اثبات وجود این ژن با استفاده از روش PCR و به کارگیری آغازگرهای اختصاصی صورت گرفت. توالی جفت آغازگرهای مورد نظر در جدول ۱ آمده است (Atshan et al. 2013).

جدول ۱- توالی آغازگرهای مربوط به ژن‌های *icaD* برگرفته از مقاله Atshan et al. 2013

طول قطعه تکثیری	دمای اتصال	توالی	نام آغازگر
۲۱۱ جفت باز	۶۰ درجه سانتی گراد	ACCCAACGCTAAAATCATCG	Icad-F
		GCGAAAATGCCCATAGTTTC	Icad-R

واکنش PCR ژن *icaD* در حجم کلی ۲۵ میکرولیتر و با دمای واسرشت 94°C به مدت ۴۵ ثانیه، دمای اتصال آغازگر 59°C به مدت ۶۰ ثانیه و دمای گسترش آغازگر 72°C به مدت ۴۵ ثانیه طی ۳۵ چرخه صورت گرفت.

برای این منظور، الکتروفورز انجام شد. با استفاده از بافر TBE و پودر آگارز، ژل آگارز یک درصد تهیه شد و ۵ میکرولیتر از محصول PCR با رنگ بارگذاری پاورلود مخلوط و به درون چاهک‌ها تزریق شد. در یک چاهک نیز DNA Ladder 100 bp تزریق شد. پس از الکتروفورز در ولتاژ ۱۲۰ ولت، با قرار دادن ژل روی دستگاه UV Transilluminator، باندهای محصول PCR رؤیت و ارزیابی شد.

به منظور بررسی میزان بیان ژن *icaD* در سویه‌های باکتریایی مورد مطالعه و بر اساس نتایج حاصل از MIC و MBC، حداکثر غلظت مناسب از عصاره‌های خارمریم و جینسینگ برای تیمار در محیط کشت باکتریایی معادل نیم مک فارلند استفاده شد و پس از گرمخانه گذاری در دمای ۳۷ درجه سانتی گراد، استخراج RNA از

رفته در این آزمون، اثر کشندگی روی سویه‌های مورد مطالعه نداشتند.

بررسی وجود ژن *icaD*

به‌منظور اثبات وجود ژن *icaD* در سویه‌های *S. aureus* مورد مطالعه، آغازگرهای اختصاصی این ژن مورد استفاده قرار گرفت و پس از انجام PCR در شرایط بهینه دمایی و زمانی مطلوب، تک باند مورد انتظار در محدوده ۲۱۰ جفت‌بازی حاصل شد.

استافیلوکوکوس اورئوس رشد یافته و کدورت محیط کشت ایجاد شد (شکل‌های ۱ و ۲).

آزمون MBC تحت تیمار عصاره‌های خارمریم و جینسینگ

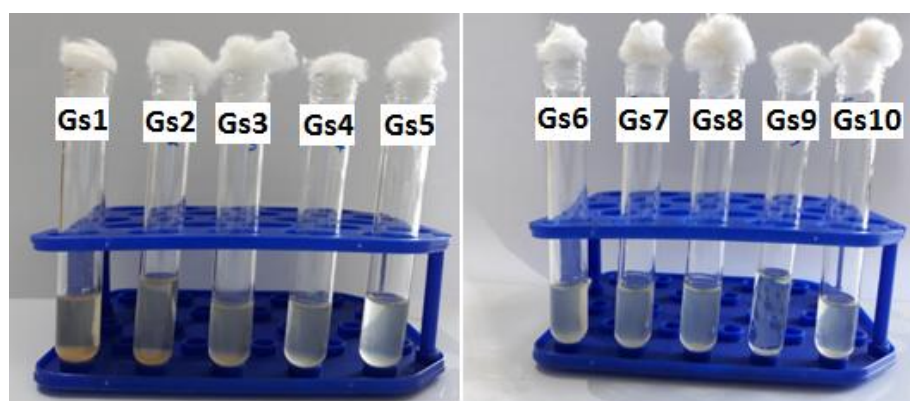
در این آزمایش، سویه‌های استاندارد و پاتوژن تیمار یافته با غلظت‌های تعیین شده عصاره گیاهی بر اساس آزمون MIC در پلیت حاوی محیط کشت آگار، کشت داده شدند. سویه‌های مورد مطالعه در تمام پلیت‌ها رشد کردند. در نتیجه غلظت‌های به‌کار

جدول ۲- آغازگرهای مورد استفاده ژن مرجع *16SrRNA* و ژن *icaD* (Atshan et al. 2013)

آغازگر	توالی	اندازه محصول
<i>icaD</i> -F	ACCCAACGCTAAAATCATCG	211 bp
<i>icaD</i> -R	GCGAAAATGCCCATAGTTTC	
<i>16SrRNA</i> -F	GGGACCCGCACAAGCGGTGG	191 bp
<i>16SrRNA</i> -R	GGGTTGCGCTCGTTGCGGGA	

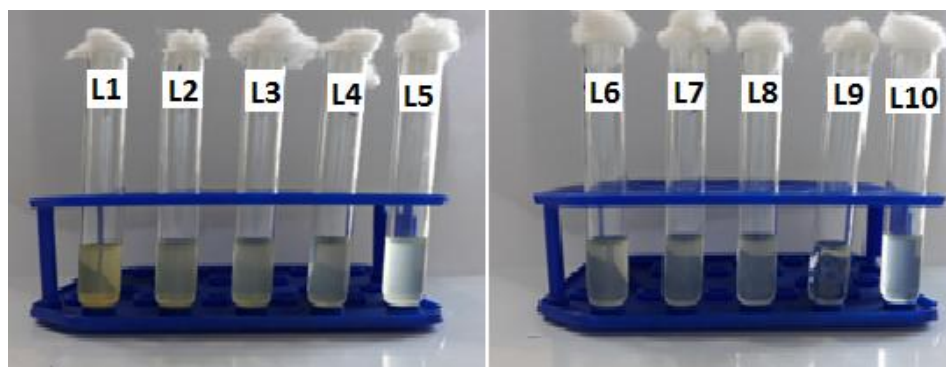
جدول ۳- قطر هاله عدم رشد سویه‌های مورد مطالعه باکتری تحت تیمار به روش دیسک‌گذاری (بر حسب میلی‌متر)

تیمار توأم جینسینگ و خار مریم	تیمار با جینسینگ	تیمار با خارمریم	غلظت عصاره گیاهی	سویه
۱۵	۱۲	۱۰	۱۰۰mg/ml	پاتوژن
۱۵	۸	۱۰	۱۰۰mg/ml	استاندارد



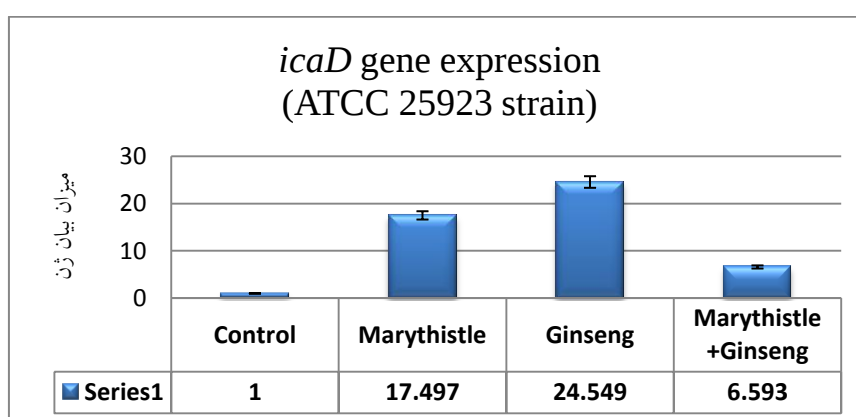
شکل ۱- نتایج MIC مربوط به سویه پاتوژن *S. aureus* + عصاره جینسینگ (Gs)

لوله شماره ۱: غلظت ۵۰۰۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر عصاره، لوله شماره ۸: غلظت ۳۹ میکروگرم بر میلی‌لیتر عصاره، لوله شماره ۹: کنترل منفی (عصاره جینسینگ بدون باکتری) لوله شماره ۱۰: کنترل مثبت (باکتری بدون عصاره جینسینگ)



شکل ۲- نتایج MIC مربوط به سویه استاندارد *S. aureus* + عصاره خارمریم (L)

لوله شماره ۱: غلظت ۵۰۰۰ میکروگرم بر میلی لیتر عصاره، لوله شماره ۸: غلظت ۳۹ میکروگرم بر میلی لیتر عصاره، لوله شماره ۹: کنترل منفی (عصاره خارمریم بدون باکتری) لوله شماره ۱۰: کنترل مثبت (باکتری بدون عصاره خارمریم)



شکل ۳- اطلاعات حاصل از آنالیز نتایج Real time PCR مربوط به سویه استاندارد *S. aureus* تحت تیمار جینسینگ و خارمریم (نمونه کنترل، بیان ژن *icaD* بدون تیمار با عصاره گیاهی بوده و از ژن مرجع 16s rRNA استفاده شده است)

به طور تقریبی به صفر رسانند. جینسینگ نیز در کاهش بیان این ژن مؤثر بود و بیان *icaD* را به نصف کاهش داد. تیمار همزمان سویه پاتوژن باکتری *S. aureus* با عصاره های دو گیاه مورد آزمایش، کاهش ۹۴ درصدی در بیان این ژن بیوفیلم نشان داد (شکل ۴).

بحث

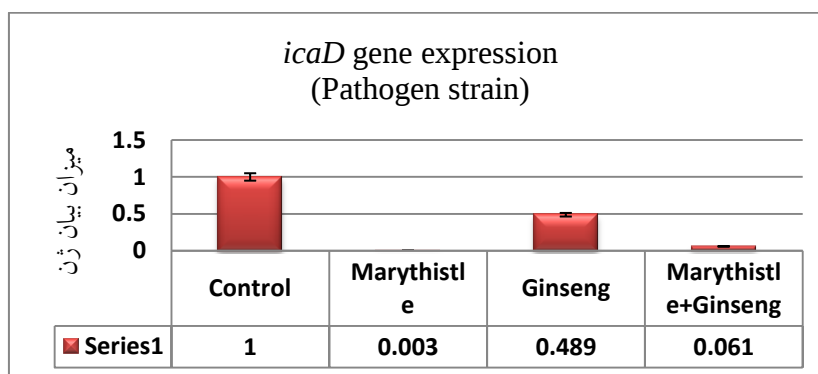
امروزه عفونت های بیمارستانی از بزرگ ترین مشکلات جهان بوده و یکی از عوامل ایجاد آن میکروارگانیسم های گرم مثبتی مانند *S. aureus* می باشند (Rahimi Alang et al. 2011). علم پزشکی در سال های اخیر در مورد شناخت و جلوگیری از بیماری ها پیشرفت بسیار سریعی داشته ولی در عین حال مصرف بیش از اندازه داروهای شیمیایی منجر به افزایش سویه های میکروبی مقاوم به آنتی بیوتیک شده است.

بررسی بیان ژن *icaD* در سویه استاندارد

با توجه به اطلاعات به دست آمده از آنالیز Real time PCR مشخص شد که تمام عصاره های مورد نظر باعث افزایش بیان ژن بیوفیلم در سویه های استاندارد *S. aureus* شد؛ به طوری که عصاره خارمریم منجر به افزایش ۴۹/۱۷ برابری و عصاره جینسینگ باعث افزایش ۵۴/۲۴ برابری بیان *icaD* شد. استفاده همزمان از عصاره های خارمریم و جینسینگ، میزان بیان ژن بیوفیلم *icaD* را ۵۹/۶ برابر نمونه بدون تیمار افزایش داد (شکل ۳).

بررسی بیان ژن *icaD* در سویه های پاتوژن

میزان بیان ژن *icaD* سویه پاتوژن در نمونه های تیمار شده با عصاره خارمریم، تیمار شده با جینسینگ و تیمار توأم با عصاره خارمریم و جینسینگ مقایسه شد. بر این اساس، کاهش بیان ژن *icaD* تحت تیمار با عصاره های خارمریم، جینسینگ و عصاره های ترکیبی مشاهده شد. عصاره خارمریم به تنهایی بیان این ژن را



شکل ۴- اطلاعات حاصل از آنالیز نتایج Real time PCR مربوط به سویه پاتوژن *S. aureus* تحت تیمار جینسینگ و خارمریم (نمونه کنترل، بیان ژن *icaD* بدون تیمار با عصاره گیاهی بوده و از ژن مرجع *16s rRNA* استفاده شده است)

در سویه‌های پاتوژن، میزان بیان ژن تحت تیمار با عصاره خار مریم به ۰/۳ درصد، جینسینگ به ۴۸ درصد و ترکیب دو عصاره، به ۶ درصد کاهش یافت. این یافته‌ها حاکی از احتمال وقوع جهش و ایجاد ژنوتیپ‌های جدید در سویه‌های پاتوژن است. این یافته‌ها می‌تواند حاکی از آن باشد که هرچند دو سویه پاتوژن و استاندارد مورد مطالعه از لحاظ فنوتیپی و آزمون‌های آنتی بیوگرام و MIC مشابه هستند ولی احتمالاً به دلیل وقوع جهش در توالی ژن بیوفیلیم *icaD* و یا توالی تنظیمی این ژن، تفاوت‌های ژنتیکی در دو سویه مورد مطالعه ایجاد شده و تأثیرپذیری این دو سویه نسبت به تیمار عصاره‌های خارمریم و جینسینگ، کاملاً متفاوت شده است به طوری که این عصاره‌ها در سویه استاندارد باعث افزایش بیان *icaD* و در سویه پاتوژن منجر به کاهش بیان این ژن شده‌اند. بر اساس نتایج تحقیق Heydari et al. (2018) بیوفیلیم‌ها منجر به ایجاد سویه‌های ژنوتیپی جدید در اثر جهش می‌گردند. همچنین در مطالعه دیگری نیز نشان داده شده است که عصاره گیاه گل بی‌مرگ بر روی تشکیل بیوفیلیم و ژن *icaD* تأثیر دارد و باعث کاهش بیان این ژن می‌شود (Mirzaie et al. 2017) که هر دو مورد با یافته‌های تحقیق حاضر هم‌سو بودند.

Shojaei et al. (2018) نشان دادند که عصاره الکلی آرتمیزیاد در غلظت‌های بالا باعث مهار بیان ژن‌های بیوفیلیم *icaD*، *icaA* در MRSA سویه ATCC33591 می‌شود که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت نداشت. بیوفیلیم که شامل اجتماعی از باکتری‌ها است توسط گروه خاصی از اپرون‌ها به نام ICA کد می‌شود. یکی از لوکوس‌های ژنی *icaD* می‌باشد که توانایی انتقال پیام به سایر

از این رو محققان برای برطرف کردن این معضل به مطالعه گیاهان دارویی روی آورده‌اند (Hasanloo et al. 2014). عصاره‌های گیاهی مانند ترکیبات ضد میکروبی طبیعی، بیوفیلیم باکتری‌های مقاوم به آنتی‌بیوتیک را تحت تأثیر قرار می‌دهند. عصاره‌های گیاهی و ترکیبات آن‌ها به عنوان متابولیت‌های ثانویه گیاهان شناخته شده و دارای اثرات ضد باکتریایی می‌باشند (Shojaei et al. 2018). مطالعات مختلف نشان داده‌اند که استفاده از عصاره گیاهان دارویی از روش‌های کاربردی در کنترل شکل‌گیری و توسعه بیوفیلیم می‌باشد (Habibipour and Moradi Haghgou 2015).

در این بررسی اثر ضد باکتریایی عصاره‌های گیاهی خارمریم و جینسینگ روی سویه‌های استاندارد و پاتوژن بررسی شد و مشخص شد که توانایی رشد سویه‌ها در غلظت‌های بالای حاوی عصاره‌های خارمریم و جینسینگ به یک اندازه بوده و تمامی سویه‌ها رشد کرده‌اند. بر پایه نتایج این تحقیق می‌توان نتیجه گرفت که سویه‌ها در برابر غلظت‌های بالای عصاره‌های گیاهی مقاوم بودند. در روش دیسک فیوژن قطر هاله عدم رشد سویه پاتوژن تحت تیمار با عصاره خارمریم بیشتر از سویه با تیمار جینسینگ بود و این امر نشان‌دهنده میزان بازدارندگی بیشتر عصاره خارمریم است (Hasanloo et al. 2014).

در مطالعه حاضر مشخص شد که عصاره‌های خارمریم و جینسینگ و ترکیبی از عصاره‌های این دو گیاه در سویه‌های استاندارد منجر به افزایش بیان ژن بیوفیلیم *icaD* شدند در حالی که

و در نهایت، تأثیر عصاره‌های گیاهی خارمریم و جینسینگ بر روی تولید فنوتیپی بیوفیلیم نیز مورد سنجش قرار گیرد.

نتیجه‌گیری کلی

مطالعه حاضر نشان داد که عصاره گیاهی خارمریم و جینسینگ توانایی از بین بردن سویه‌های *S. aureus* حاوی ژن بیوفیلیم *icaD* را دارا هستند. ولی تأثیرگذاری عصاره خارمریم در مهار ژن بیوفیلیم *icaD* بسیار بیشتر از عصاره جینسینگ در سویه پاتوژن *S. aureus* بود. این تحقیق، تفاوت ژنتیکی دو سویه استاندارد و پاتوژن *S. aureus* را نشان داد و مشخص کرد که این تفاوت ژنی در حدی است که عصاره‌های گیاهی خارمریم و جینسینگ در یک سویه می‌توانند منجر به افزایش بیان و در سویه دیگر همین باکتری منجر به کاهش بیان ژن گردند.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از مساعدت و همکاری معاونت پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت به‌دلیل حمایت‌های لازم از پژوهش حاضر قدردانی می‌شود.

منابع

Atshan SS, Nor Shamsudin M, Sekawi Z, Than LTL, Awang Hamat R, Karunanidhi A, Alreshidi MA, Ghaznavi-Rad E, Ghasemzadeh-Moghaddam H, Chong Seng JS, Jeevajothi Nathan J, Chong PP (2012) Prevalence of adhesion and regulation of biofilm-related genes in different clones of *Staphylococcus aureus*. Journal of Biomedicine and Biotechnology DOI: 10.1155/2012/976972.

Beccaria C, Silvestrini P, Renna MS, Ortega HH, Calvinho LF, Dallard BE, Baravalle C (2018) *Panax ginseng* extract reduces *Staphylococcus aureus* internalization into bovine mammary epithelial cells but does not affect macrophages phagocytic activity. Microbial Pathogenesis 122: 63-72.

Beenken KE, Dunman PM, McAleese F, Macapagal D, Murphy E, Projan SJ, Blevins JS, Smeltzer MS (2004) Global gene expression in *Staphylococcus aureus* biofilms. Journal of Bacteriology 186:4665-4684.

Bohm H, Boeing H, Hempel J, Raab B, Kroke A (1998) Flavone and anthocyanins as natural antioxidants of food and their possible role in the prevention of chronic diseases. Z-Ernahrungswiss 37:147-63.

Faezizadeh Z, Gharib A, Godarzee M (2014) Investigation of antibacterial activity of silymarin-loaded nanoliposomes against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*.

ژن‌ها را دارد (Heydari et al. 2018). (Shahkarami and Rashki در تحقیقات خود نشان دادند که از ۲۷ جدایه *S. aureus* ۲۲٪ دارای *icaA*، ۳۰٪ دارای *icaD*، ۱۱٪ دارای *icaB* و ۱۵٪ دارای *icaC* هستند که با تحقیق حاضر هم‌خوانی داشت. در مطالعه Puri et al. (2015) اثرات ضد باکتریایی عصاره گیاه خارمریم علیه چندین باکتری گرم مثبت از جمله *S. aureus* به اثبات رسید که با نتایج مطالعه حاضر هم‌سو بود. همچنین Beccaria et al. (2018) نشان دادند که عصاره جینسینگ از طریق کاهش بیان ژن‌های موثر در بیماری‌زایی *S. aureus* باعث کاهش فعالیت این باکتری در جانورانی مانند گاو می‌گردد که با نتایج یافته حاضر منطبق بود.

با توجه به موارد ذکر شده در مطالعه حاضر پیشنهاد می‌شود که تعداد سویه‌های بیشتری از *S. aureus* مورد مطالعه قرار گیرد و نیز برای بررسی بیان یا عدم بیان ژن، از عصاره‌های گیاهی مختلفی استفاده شود. در مرحله بعد، تأثیر عصاره‌های گیاهی جینسینگ و خارمریم بر بیان سایر ژن‌های این سویه بررسی شود

Journal of Advances in Medical and Biomedical Research 22:86-95. (In Farsi).

Habibipour R, Moradi Haghighi L (2015) Study on hydro-alcoholic extract effect of pomegranate peel on *Pseudomonas aeruginosa* biofilm formation. Scientific Journal of Hamadan University of Medical Sciences 22:195-202. (In Farsi).

Hasanloo T, Salehi M, Sepehrifar R, Farahmand S (2014) The effect of different doses of silymarin, extracted from the seeds of the *Silybum marianum* L. Gaertn on the growth of 6 bacterial species. Research in Medicine 38:193-199.

Heydari N, Tahmasebi H, Zeini B, Dehbashi S (2018) Expression of aap and icaR genes involved in biofilm production in clinical strains of *Staphylococcus aureus* resistant to methicillin and gentamicin. Scientific Journal of Kurdistan University of Medical Sciences 23:64-75.

Hosseini A, Zare S, Ghaderi P, Ahmadi A (2011) Effects of vitamin e and ginseng extract on fertility changes induced by cyclophosphamide in rats. Journal of Reproduction and Infertility 11:227-237. (In Farsi).

Khakpour SH, Khosravi M, Masoompour Askari S (2009) Antidepressant effect of red ginseng hydro-alcoholic

extract by forced swimming and tail suspension tests in female mice. *Biological Sciences* 4:15-20. (In Farsi).

Mahdavi M, Kasra Kermanshahi R, Jalali M (2008) The assessment of disinfectants on various bacterial biofilms. *Research Journal of University of Isfahan "Science"* 31:35-46. (In Farsi).

Mirzaie A, Noorbazargan H, Khatami H, Sadat Shandiz A, Rahimi A, Bagheri Kashtali A (2017) Valuation of chemical composition of *Helichrysum artemisioides* extract its effect on biofilm formation and *icaD* gene expression in clinical isolates of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Journal of Ilam University of Medical Sciences* 25:180-194. (In Farsi).

Nikzad Z, Chaji M, Mirzadeh KH, Mohammadabadi T, Sari M (2015) Effect of diets containing different levels of milk thistle and grains with different degradation rate on rumen fungi of Khuzestan buffalo. *Journal of Veterinary Research* 70:213-225. (In Farsi).

Puri S, Sidhu MC, Tewari R, Sharma A (2015) Study of phytochemicals, trace elements and antibacterial activity of *Silybum marianum*. Gaertn. *Journal of Plant Science and Research* 2:1-5.

Rahimi Alang S, Asmar M, Cheraghali F, Yazarlou S, Amini A, Shakeri F, Ghaemi E (2011) Frequency of methicillin resistant *Staphylococcus aureus* in health care workers in Gorgan. *Zahedan Journal of Research in Medical Sciences* 13:17-22. (In Farsi).

Shahkarami F, Rashki A (2016) Prevalence of *ica* operon related genes in *Staphylococcus aureus* and *Staphylococcus epidermidis* clinical isolates. *Iranian Journal of Medical Microbiology* 9:16-23. (In Farsi).

Shojaei GH, Akhavan Sepahy A, Rafiei Tabatabaei R, Tahvildari K (2018) The effects of ethanolic extract of *Artemisia oliveriana* on expression of *icaa*, *icaD*, and *ebps* genes in *mrsa*: a short report. *Journal of Rafsanjan University of Medical Sciences and Health Services* 17:169-176. (In Farsi).

Tabaei S, Kouhi Noghondar M, Mohammadzadeh M, Ataei L, Amel Jamehdar S (2016) Pattern of antibiotic resistance in methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (*mrsa*) strains isolated from clinical specimens: Imam Reza hospital in Mashhad. *Medical Journal of Mashhad University of Medical Sciences* 59 :64-70. (In Farsi).

Vaziri MS, Mirzaei M, Kalalian Moghadam H, Fazli M, Khoramrooz SS, Darban Sarokhalil D, Yaslianifard S (2016) The Relationship between antibiotic resistance and *Agr* type in methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) isolated from burn wound of hospitalized patient in Tehran. *Journal of Knowledge and Health* 11:DOI: 10.22100/jkh.v11i1.1199. (In Farsi).

Yarwood JM, Bartels DJ, Volper EM, Greenberg EP (2004) Quorum sensing in *Staphylococcus aureus* biofilms. *Journal of Biotechnology* 186:1838-1850.